

## HARİTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜNDE HAVAI NİRENGİ ÇALIŞMALARI

Yazan : Y. Müh. Kd. Bnb.  
Ümit SÜATAÇ

### 1. GİRİŞ

Bu yazı içinde, Harita Genel Müdürlüğü Fotogrametri Şubesince, başlangıçta deneysel olarak ele alınan ve bilahere rutin çalışmalara geçilebilecek nispete geliştirilen havai nirengi çalışmalarının tarihçe ve teknik şartlar yönünden devamı incelenmiştir.

Konuyu bir kavramla ele almak zannımca yerinde olur. Havai nirengi için mevcut birçok tarifler vardır. Bu tariflerde birleşilen ana nokta, havai nirenginin, geodezik nirengileme işlemlerinin bazı sakıncalarını gidermek için ortaya çıktığı konusudur. Prof. Schwedfsky, Fotogrametrinin Temeli "Grundriss der Photogrammetrie" adlı kitabında, havai nirenginin, arazi ölçmelerinin açık olarak mümkün olmadığı veyahut büyük zorluklar gösterdiği durumlarda bir sorun olarak ortaya çıktığını belirtir. Fakat uygulamalar göstermiştir ki, havai nirengi, bu sorun ile ortaya çıkmış olmasına rağmen gerek ekonomi yönünden gerekse de çalışma sürati ve şartları yönünden kısa zamanda bir metod olarak gelişmiştir. Muhakak ki havai nirenginin gelişmesi bazı yan şartlara bağlı kalmak mecburiyetindedir. Bunlar fotoğraf alım ve basım tekniği, ölçme aletlerinin hassasiyeti, dengeleme prensipleri gibi gerek pratik gerekse teorik konulardır. Yanlış şu var ki havai nirenginin sağladığı imkânlar, bu yan tesirleri de zorlamış, hiç olmazsa bu konular üzerindeki araştırmaları hızlandırarak havai nirengi, kendi kendine gelişme şartlarını hazırlamıştır. Havai nirenginin tabii olarak gelişmesi ise birçok basamaklar halinde olmuştur. İlk olarak grafik metodlarla yürütülen havai nirengi işlemleri bugün ise tamamen elektronik işlemlere dönüşmüştür.

Harita Genel Müdürlüğü, havai nirengi çalışmalarına, 1966 yılında gerçek yönü ile başlamıştır. Bu süreden önce, lokal ve şahıslara bağlı denemeler yapılmışsa da bunlar daha ziyade bir inceleme ve bir makale konusundan ileri gidememiştir. 1966 yılında bu ihtiyaç Prof. Schwedfsky'nin belirttiği temel husus üzerine doğmuştur. O yıllarda hudut bölgelerine ait bir sahanın kıymetlendirilmesi söz konusu olunca, bazı çalışma zorlukları ortaya çıkmıştı. Öncelikle arazi oldukça yüksek ve engebeli bir arazi, havadan fotoğraf alımını yürüten uçakların tavanı (en fazla yükselme imkânları) kısıtlı idi.

Elde, 10 cm. ve 11,5 cm.lik hava kameralarından başka mevcut hava kamerası yoktu. Bu hava kameralarının formatları ise 18 x 18 cm. idi. Bu durumda bir modelin kapladığı saha, 1/35000 fotoğraf ölçeğinde, 6300 x 3780 m. olmuş oluyordu. Ayriyeten bölgenin yer yer yükseklikler göstermesi, bu resim ölçeğini bazı bölgelerde 1/25000 ölçeğine kadar değiştirebiliyordu. Bu durumda, her modelin kıymetlendirmesi için gerekli o modele düşecek 4 noktanın arazide tesisi demek, her 3 ile 5 km. de bir geodezik nokta tesisi demekti. Bu sıklıktaki nokta tesisi ise o tip arazide oldukça zor bir geodezik çalışmayı gerektiriyordu. Bunun yanında bölgenin bir hudut bölgesi olması, uçuş şartları yönünden komşu memleket ile bir protokol yapılmasını, dolayısıyla protokol şartlarına uygun olarak süratliliği gerektiriyordu. İşte bu nedenle o zaman ikinci bir alternatif olan havai nirengi metodu bu bölge için uygun mütalâaa edildi ve bu yöndeki çalışmalar başladı.

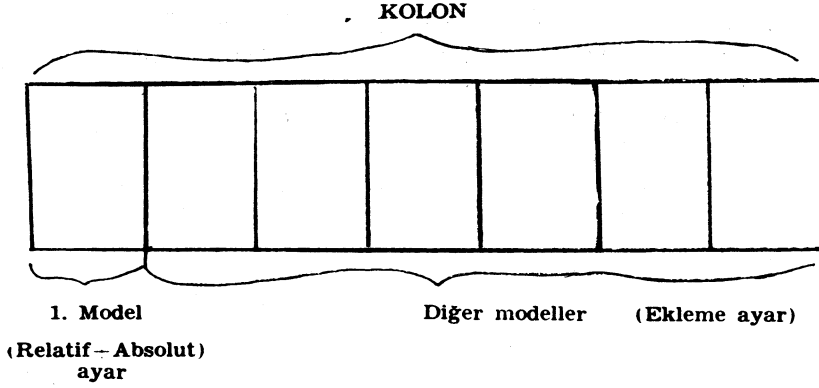
Havai nirengi çalışmalarına başlandığı sıralarda, mevcut analitik çalışmalar için gerekli aletlerin olmaması nedeniyle işlemlerin analog metod ile yürütülmesi zarureti vardı. Mevcut kıymetlendirme aletleri ise hassasiyet yönünden bu maksat için yeterliydi. Fakat bunun yanında en büyük problem metod ve uygulama zorluklarıydı. Elde mevcut bir tek program vardı. O da Dr. Brucklacher'in hazırlamış olduğu "Analog Kolon Dengelemesi" programıydı. Bu programın bir elektronik sisteme adaptesi gerekiyordu. Elektrik İşleri Etüd İdaresi ile temasa geçilerek bu müessesedeki IBM 1130 sisteminin muayyen sürelerde Harita Genel Müdürlüğü çalışmalarına tahsis edilmesi hususunda bir antlaşmaya varıldı ve programın adaptasyon çalışmaları başladı.

Sonuç olarak, bu çalışmaların müspet neticelendirilmesi ile, o bölgenin 1/25000 kıymetlendirmesi için gerekli nirengi şebekesi, havai nirengi metodu ile gerçekleştirilip Harita Genel Müdürlüğünde bu koldaki çalışmaların ilk adımı atılmış oldu.

## 2. ANALOG KOLON DENGELMESİ METODU :

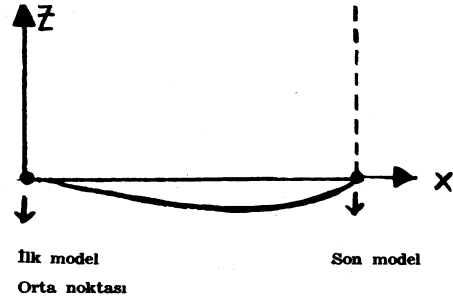
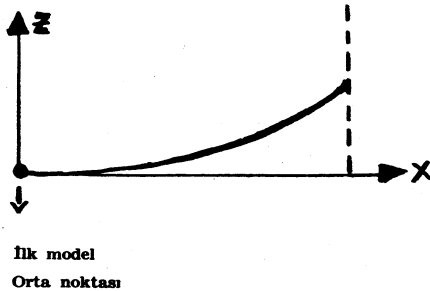
Analog Kolon Dengelemesi Metodu, Harita Genel Müdürlüğü'ndeki havai nirengi çalışmalarının kapsamı içinde önemli bir rol oynamıştır. 1970 yılına kadar bütün havai nirengi işlemleri bu metod ile yürütülmüş ve geliştirme çalışmaları bu metod üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu metodun genel karakteri, havai nirengi işlemleri yürütülecek olan modellerin ilkinde relatif ve absolut ayarları hassas olarak yapmak ve kolonun diğer modellerini ekleme ayar ile (anşluz ayar) birinci modele bağlamaktan ibarettir.

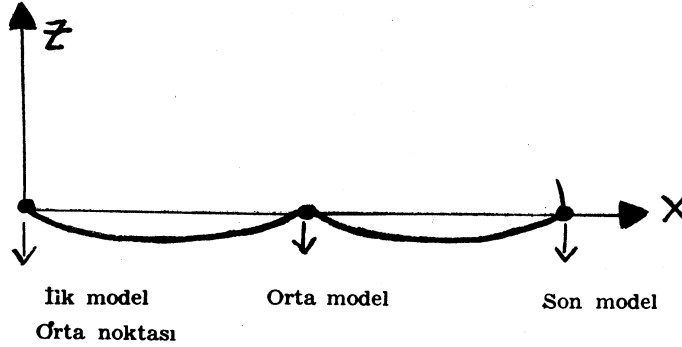
Buna göre, birinci modelin relatif ayarından sonra absolut ayarının yapılabilmesi için ilk modelde, en az 4 geodezik noktanın bulunması gerekmektedir



ve bu noktaların kot ve konum değerleri havai nirengi işlemine başlamadan önce hesaplanmış olmalıdır. Diğer modellerin ekleme ayar ile birinci modele bağlanabilmeleri için ise modeller arasında bindirme normal olmalı ( $^{\circ}$ , 60-65 ileri bindirme) ve fazla kolon dönüklükleri bulunmamalıdır.

İlk model'in ayarı hassas olarak yapılır asıra rağmen gene de bir miktar dönüklükler (ölçüm hassasiyet sınırı içinde) kalabilir. Diğer modeller ekleme ayar ile bu ilk modele bağlandığı için, başlangıçta farkedilmeyen bu dönüklük değerleri, model sayısı arttıkça sistematik olarak, ilk modeldeki yöne göre, ya artacak ya da eksilecektir. Bu durumda, kolon sonunu araziye uygulayabilmek için son modelde de en az 2 geodezik noktaya ihtiyaç vardır. Kolonun ilk ve son modeli mevcut geodezik değerlere göre araziye uygulandığında, sistematik hata eğrisinin kolon ortalarında maksimum değere ulaştığı görülür. Kısa kolonlarda, bu maksimum hata değeri, hassasiyet çerçevesi içinde kalabilir. Fakat kolon uzunluğu, yani model sayısı arttıkça, ortalarda bir veya iki geodezik nokta daha, bu sistematik hatayı dağıtmak için gereklidir.





Dr. Brucklacher'in hazırlamış olduğu program, havai poligon esasına dayanmaktadır. Programda denklemler üçüncü derece terimlere kadar alınmıştır. Böylelikle ikinci veya üçüncü dereceden dengeleme imkânı vardır.

Metodun hassasiyet yönünden değerini ortaya koymak maksadıyla çeşitli testler yapılmıştır. Bu test çalışmaları genellikle bir kolon içindeki kot ve konum hassasiyetini kapsamına almaktadır. Bu test çalışmalarının sonunda;

- a) Kolon içinde nokta dağılımının ideal şekli olarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Δ | Δ | Δ | Δ |
| Δ | Δ | Δ | Δ |

Kısa Kolon (8 ve daha az model)      2° dengeleme

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| Δ | Δ | Δ | Δ | Δ |
| Δ | Δ | Δ | Δ | Δ |

Uzun Kolon (8 ile 13 model)      3° dengeleme

- b) 13 model içinde kalan kolonlardan elde edilen hassasiyet, ortalama olarak;

| $m_x$             | $m_y$   | $m_z$   |
|-------------------|---------|---------|
| (resim ölçeğinde) |         | (‰ 5 Z) |
| 20 mik.           | 20 mik. | 0,25    |

**ÖRNEK** : 1/5000 kıymetlendirme için 11,5/18 lik kameralarla alınan 1/17000 ölçeğindeki fotoğraflar üzerinde yürütülen havai nirengi işlemlerinde, ortalama hata olarak bulunan değerler :

$$m_x = \pm 34 \text{ cm.} \quad m_y = \pm 34 \text{ cm.} \quad m_z = \pm 49 \text{ cm. dir.}$$

- c) Komşu iki kolon arasındaki ortak noktaların karşılaştırmasında % 70 nispetinde 80 cm. den daha küçük ve % 30 nispetinde daha büyük farklara rastlanmıştır. Genellikle kaba bir hata olmadığı durumlarda bu iki değerin ortalaması esas alınmıştır. Farklar büyükse bunun etkisi kıymetlendirmede kendini göstermektedir.

Klâsik Metod olarak da isimlendirilebilen analog kolon dengelemesi metodun yukarda açıklanan ana hatalarından da görülebileceği gibi uygulama sahasında bazı sakıncaları görülmektedir. Bunlar;

1. Ekleme ayar ile diğer modellerin birinci modele bağlanmalarından ötürü, birinci derece alet olarak sınıflandırdığımız, baz içte ve baz dışta çalışan aletlere ihtiyaç göstermesi.

Bu husus genel olarak küçük çaptaki müesseseler için oldukça önemli bir mahsur teşkil etmesine rağmen, Harita Genel Müdürlüğündeki Stereo kıymetlendirme aletlerinin % 90 ının birinci derece aletler olmasından ötürü büyük bir mahsur teşkil etmemiştir.

2. İlk modelin relatif ayarından sonra hassas olarak absolut ayarının da yapılması gerekliliği.

Bu husus uygulamada karşılaşılan önemli bir sakıncadır. Arazi birliklerinin geodezik çalışmaları, iki ayrı safhada yürütülmektedir. Bunlardan birincisi arazide ölçme ve yapım işleri ikincisi ise bürodaki hesap işlemleri kısmıdır. Genellikle arazideki ölçme ve yapım işleri tamamlandıktan sonra pas noktalarının hava işaretleri bozulmadan, uçuş birliği tarafından uçuşlar planlanır ve uçulur. Bu durumda hesap işlemleri başlamadan, elde o bölgeye ait fotoğraflar vardır. Fakat her kolonun ilk modelinde absolut ayar için pas noktalarının geodezik değerleri henüz hesaplanmış olmadığından havai nirengi işlemleri başlayamaz ve büro işlemlerinin tamamlanmasını beklemek mecburiyetindedir.

3. Kolon dönüklükleri veya kolon kaymaları.

Uçuş esnasında herhangi bir sebeple kolon istikâmetinde bir dönüklük olmuşsa, bu havai nirengi ölçme işlemleri esnasında bir mahsur olarak ortaya çıkar. Kolona ekleme ayar ile devam edildiğinden, dönüklükler resim taşıyıcılarında kapa değeri olarak yığılırlar ve neticede relatif ayar zorlukları belirir. Bu tip örneklerde 10-15 dakikada tamamlanabilen relatif ayarın bazı durumlarda 1 saatten fazla devam ettiği müşahade edilmiştir.

4. Yanlış ölçüm.

Kolon ölçümü esnasında her hangi bir sebeple yanlış bir ölçüm yapılmış veyahut ekleme ayar esnasında sabit tutulması gereken resim taşıyıcısı değerlerinde bir değişiklik olmuşsa, bu durumda kolonun yeni baştan ölçülmesi gerekir. Her ne kadar böyle bir durum pek nadir olarak ortaya çıkarsa da, ölçme işlemi iki misli uzamış olur.

### 3. MÜSTAKİL MODELLER METODU :

Klasik kolon dengelemesi melodunun yukarıda açıklanan sakıncalarından ötürü yeni ve bu sakıncaları ortadan kaldıracak metod araştırmaları, uzun yıllardadır devam etmekte idi. Son senelerde, henüz bütün problemleri tam olarak açığa kavuşmuş olmakla beraber, uygulama sahasına konabilecek şekilde geliştirilmiş olan "Müstakil Modeller Metodu" pratik sahaya kondu. Bu metod üzerinde çeşitli araştırmacılar farklı incelemeler sonucunda, kendilerine mahsus programlar hazırladılar. Harita Genel Müdürlüğü Fotogrametri Şubesi başlangıçta Prof. Ackermann'ın "Müstakil Modellerle Kolon ve Blok Dengelemesi Metodu"na ilgi duydu ve temini hususunda gerekli temasları gerçekleştirdi. Lâkin, gerek Hassas Stereo Komparatorların uygulama sahasına konamamış olması gereksede programın temininde ortaya çıkan bazı problemler, bu programın temin edilmesini geciktirdi. Bu arada bu metod üzerindeki çalışmalar, elde mevcut bulunan müstakil modellerle havai nirengi programına göre yürütüldü. Bu programın tümü 4 ayrı programdan ibaretti. Bunlar;

1. CLEAN Programı
2. RELOR Programı
3. STRIP Programı
4. ABSOR Programı idi.

Bu programlar incelendiğinde 4 programdan sonuncusunun ayrı bir karakter gösterdiği görülür. Bu na göre tek bir modelin relatif ayarı yapıldıktan sonra, bu model üzerinde okunan en az 4 geodezik nokta ile, geodezik değerleri hesap edilmek istenen diğer noktaların (en fazla 400 nokta) alet koordine değerleri, 4 geodezik noktanın arazi koordine değerleri ile birlikte elektronik sisteme giriş bilgisi olarak verilir. Program, verilen 4 noktanın alet ve geodezik değerlerinden istifade ederek, modelin absolut ayarını yapar ve bu ayar için hesap ettiği 3 açısız ve 1 ölçek katsayısını kullanarak, diğer noktaların geodezik değerlerini hesaplar. ABSOR Programı daha ziyade kadastral çalışmalar için uygun bir programdır. Bir model üzerindeki kadastral noktaların böylelikle geodezik değerleri süratle hesaplanmış olur ve aynı zamanda delikli kartlar halinde arşivlenebilir.

ABSOR Programı yukarıda açıklanan şekilde analog olarak kullanıldığı gibi CLEAN ve RELOR Programlarının kombinasyonu ile, analitik olarak da kullanılabilir.

CLEAN Programı, iç ayar elemanlarının hesaplanma programıdır. Hassas Stereo Komparatorlarda yapılan ölçüm esnasında her resmin köşe noktaları ölçülür. Bu değerlerden ve ayrıyeten verilecek kamera sabitesi değerinden faydalanarak program, film büzülmesi miktarını hesaplar ve buna bağlı olan kamera sabitesi düzeltilmesini getirerek geçerli kamera sabitesi değerini bulur.

Bunun yanında, refraksiyon küreviyet ve hava kamereleri objektiflerindeki radial distorsiyon hataları da bu program içinde hesaplanarak, ölçülen noktaların koordine değerlerine gerekli düzeltme miktarları getirilir.

Resim koordineleri orjin noktası olarak, resim orta noktası alınır. RELOR Programı bir relatif ayar programıdır. Relatif ayar noktalarında ölçülen alet değerlerinden, matamatiksel olarak, modellerin relatif ayarları için gerekli açısall ve doğrusal parametreler hesaplanır.

Bu durumda, hassas stereo komparatorlarda yapılan ölçüm işlemlerinde, her resmin, köşe noktaları, relatif ayar noktaları, geodezik noktalar ve diğer noktalar okunarak bu ölçüm değerleri ilk önce CLEAN Programına verilir. Bilahere bu programın çıkış bilgileri RELOR Programına ve bu programın çıkış bilgileri de ABSOR programına verilerek ABSOR Programının analitik çalışması da imkân dahilinde sokulmuş olur.

STRIP Programı ise kolon programıdır. Bu program da ABSOR gibi ya analitik olarak yada kendi başına analog olarak kullanılabilir. ABSOR programında basit bir dengeleme vardır. Bu da mevcut geodezik noktaların sayısına bağlıdır. Geodezik nokta sayısı 3 den fazla olunca, fazla ölçü bulunduğundan bu ölçü değerleri, hataların kareleri toplamı minimum olması prensibine göre, dengelenir. Halbuki kolon teşkilinde dengeleme daha çok yönlüdür. Burada birçok model birbirine bağlanarak kolon teşkil edildiği için, bir modelin absolut ayarı yerine, bir kolonun dengelenmesi söz konusudur. Dolayısıyla STRIP Programından sonra işlem tamamlanmış sayılmaz, ayrı bir dengeleme programı ile kolonun tekrar elektronik sistemde dengelenmesi gerekir. STRIP Programının analitik olarak CLEAN ve RELOR programları ile birlikte uygulanabilmesi için ölçme işlemlerinin hassas stereo komparatorlarda yürütülmesi gerekmektedir. Harita Genel Müdürlüğünde, hassas stereo komparator olmadığı için bu tip çalışmalara henüz geçilmiş değildir. Yalnız, bu çalışmalar için gerekli ön hazırlıklar tamamlanmış olup, hassas stereo komparatorun gelmesi ile de analog metodun yanınca analitik metod çalışmaları da başlayacaktır.

Halen, STRIP Programı ile kolon teşkil edildikten sonra kullanılan dengeleme programı Prof. Schut'un hazırlamış olduğu kolon ve blok dengelemesi programıdır. Bu programın esası blok dengeleme esasıdır. Blok teşkili kolonlardan yapılmakta, yani blokun ünitelerini kolonlar teşkil etmektedir. Eğer tek bir kolon dengelenecekse program bunu, bir kolonluk blok gibi mütalaa eder.

STRIP ve SCHUT programlarının uygulama sahasına geçildiğinde programların IBM 1130 ile yürütülmesi kapasite yönünden mümkün olamıştır. Bu durumda Devlet Su İşleri ile temasa geçilerek IBM 360/40 sistemin-den faydalanma temin edilmiştir.

Müstakil Modeller Metodunun analog olarak uygulanmasında iş sırası :

1. Projeksiyon merkezinin ölçümü,
2. Koordine değerleri ölçümü,
3. Kolon haline getirilme,
4. Dengeleme, olarak 4 basamaktır.

Kolon dengelemesi ve blok dengelemesi arasında iş sırası yönünden bir fark yoktur.

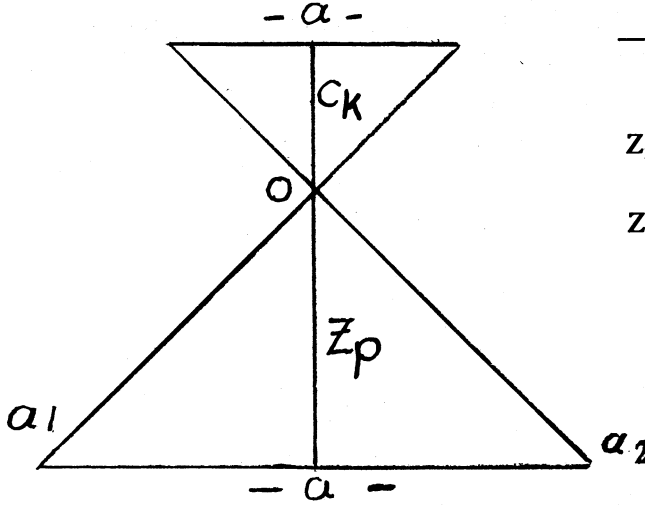
Projeksiyon merkezinin ölçümü :

Bu husus müstakil modellerin karakteri yönünden oldukça ömenli bir hususdur. Zira bu metoddaki bağlama noktaları yanında projeksiyon merkezleri de modelden modele bağlanır. Projeksiyon merkezinin ölçümünde çeşitli metodlar vardır. İstenilen hassasiyete ve kullanılan aletlere göre bu metodlardan biri tercih edilebilir. Halen Harita Genel Müdürlüğünde biri ilerden kestirme, diğeri geriden kestirme esaslarına göre hazırlanmış 2 adet, projeksiyon merkezi ölçümü elektronik sistem programı mevcuttur. Bunun yanında projeksiyon merkezi empirik olarak da hesaplanabilir.

Projeksiyon merkezinin ölçümünden önce aletin gerekli ayar ve kontrollerinin muhakkak tamamlanmış olması gerekir. Projeksiyon merkezi ölçümü C 8 Stereoplanigraflarda, başka bir yardımcı işaret olmadığı için, kare taksimatlı camlarla yürütülür. Ölçüm herhangi bir sabit baz değerinde yapılır. Şu halde, ilk önce ölçülecek olan kolon için uygun bir baz değeri hesaplanarak, kamera sabitesi değeri ile birlikte, alete bağlanmalıdır. Alet ölçeği daima 1 : 1 dir. Örneğin; 23 cm. formatlı ve % 60 ileri bindirmeli 1/17000 ölçekli bir kolon ölçümünde alete bağlanacak baz  $23 \times 0,4 \times 17000 \times 10^{-3} = 156 \text{ mm.}$  (yaklaşık olarak 150.00 mm.) olmuş olur. Kamera sabitesi değeri ise, eğer mevcutsa, film büzülme miktarı ölçülerek bunun için gerekli düzeltme miktarı getirildikten sonra bağlanır. Film büzülme miktarı, her kolon için ortalama bir değer kâbul edilebilir. Modelden modele değiştirilmez. Gerek kamera sabitesi değeri ve gerekse de baz değeri bağlandıktan sonra kolon sonuna kadar bu değerler değiştirilmemelidir. Eğer değiştirmek mecburiyeti ortaya çıkarsa (Z kapasitesinin yetmemesi dolayısıyla baz değişimi gibi) muhakkak o modelden itibaren yeniden projeksiyon merkezi ölçümü gerekir. Zira gerek baz değişimi gerekse de kamera sabitesi değişimi projeksiyon mesafesinde değişiklik yapar.

Projeksiyon mesafesi, objektif merkezi ile izdüşüm noktası (C 8 aletlerinde ayna merkezi) arasındaki mesafe olduğuna göre bu mesafe, empirik olarak aşağıdaki şekilde görülen geometrik esasa göre hesaplanır.





$$\frac{a}{a'} = \frac{c_k}{Z_p}$$

$$Z_p = \frac{c_k}{a} a'$$

$$Z_p = C_1 a'$$

ÖRNEK : Sol Projeksiyon mesafesi :

$$a_1 = 647,44$$

$$c_k = 152,79$$

$$a_2 = 352,94$$

$$a = 180,00$$

$$a' = 294,50$$

$$C_1 = \frac{c_k}{a} = 0,8488$$

$$Z_p = 0,8488 \times 294,50 = 249,97$$

Sol objektif orta noktasına 1000,00 gibi izafeli bir değer verdiğimizde Z-Sayacına bağlayacağımız değer  $1000,00 - 249,97 = 750,03$  olmuş olur. Aletin bu konumu değiştirilmeden 750,03 değeri sayaca bağlanır ve Z yönü aşağı doğru alınır (h yükseklik değerleri ile ters yönlü). Bu değer, başka bir Z durumunda ölçüm yapılarak kontrol edilir. Bilahere sol resim otra noktasına tatbik yapılarak sayaca, izafi X ve Y değerleri bağlanır (500,00 ve 500,00 gibi).

Sağ projeksiyon merkezi ölçümünde, ilk önce sağ resim orta noktasına gelinerek X ve Y değerleri okunur. Bunlar 500,00 ile 650,00 ( $500,00 + bx = 150,00$ ) olmalıdır. Sağ projeksiyon mesafesi herhangi bir Z durumunda ölçülür. Bulunan değer Z sayaç değerine ilave edildiğinde 1000,00 değeri tekrar elde edilmelidir.

ÖRNEK : Sağ Projeksiyon mesafesi :

$$(Z = 700,00)$$

$$a_1 = 676,90$$

$$Z_p = 0,8488 \times 353,45 = 300,01$$

$$a_2 = 323,45$$

$$700,00 + 300,01 = 1000,01$$

$$a = 353,45$$

Bu duruma göre projeksiyon merkezlerinin değerleri :

SOL : 1000,00      500,00      500,00

SAĞ : 1000,00      500,00      650,00 olmuş olur.

Alet ölçeği 1 : 1 olduğuna göre alet koordine değerleri 0,01 mm. hassasiyetinde ölçülecek demektir.

Koordine değerleri ölçümü, kolon haline getirilme, dengeleme :

Bağlama noktaları, bilahere kıymetlendirme anında tekrar kolayca tefrik edilebilmeleri için, Harita Genel Müdürlüğü havai nirengi çalışmalarında, nokta taşıma aleti (Wild PUG 4) ile atılır. Her fotoğrafın ortasına ve Y istikâmetine atılacak 4 nokta, mümkün mertebe eşit aralıklarla atılmalı ve düz yerlerde seçilmelidir. Her model ortasına düşen nokta sayısı en az 3 olması lâzım geldiğinden, ilerde bu modellerin kolon halinde bağlanmasında her hangi bir yanlış ölçüm varsa noktalardan bir tanesi (yanlış olanı) atılabilir.

Koordine değerlerinin ölçümü için her modelin (ilk model dahil) tek tek yalnız relatif ayarları yapılır. Relatif ayar esnasında doğrusal hareketler değiştirilemez (by, bz, bx). Relatif : y ır açısıl hareketlerle yapılır (Kapa, Fi, Omega). Aynı zamanda kolon sonuna kadar sayaca bağlı olan X, Y, Z değerleri de değiştirilemez. Kolon sonunda projeksiyon merkezlerinin tekrar ölçülmesi kontrol yönünden önemlidir.

Normal olarak (bx) in değiştirilmesi gerekmeyen durumlarda, kolon haline getirilmede, başlangıçta projeksiyon merkezi değerleri ve bunu takiben koordine ölçüm değerlerini ihtiva eden data destesi elektronik sisteme verilir. Eğer (bx) değiştirilmesi gerekmişse, o modelden itibaren yeniden ölçülen projeksiyon merkezi değerleri de data destesine ilave edilmelidir.

Modellerin ölçümü tamamlandıktan sonra kolon haline getirilmede, modellerden herhangi birinde herhangi bir sebeple yanlış bir ölçüm yapılmış olduğu ortaya çıkarsa, bu durumda yalnız o modelin tekrar ölçümü yeterlidir. O zaman elektronik sisteme verilecek data destesine, o modelden önce, yeni ölçümdeki projeksiyon merkezi değerleri ve o modelden sonraki modelin başında da tekrar eski ölçümün projeksiyon merkezi değerlerinin ilavesi gerekir.

Müstakil modellerle yapılan test çalışmalarında genel olarak aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

a) Kolon içindeki pas noktalarının ideal dağılımı ;

|   |   |  |   |  |   |   |
|---|---|--|---|--|---|---|
| Δ | Δ |  |   |  |   | Δ |
|   |   |  | Δ |  | Δ |   |
| Δ | Δ |  |   |  |   | Δ |

15 Modele kadar kolonlarda

b) Blok dengelemede ideal nokta dağılımı;

|          |          |          |
|----------|----------|----------|
| $\Delta$ | $\Delta$ | $\Delta$ |
|          | :        |          |
| $\Delta$ | :        | $\Delta$ |
|          | :        |          |
| $\Delta$ | :        | $\Delta$ |

$\Delta$ : Kot ve konum noktaları

.

:

Kot noktaları

(5 Kolonluk blok)

c) Hassasiyet;

| $m_x$<br>(resim ölçeğinde) | $m_y$   | $m_z$<br>(% 0 Z) |
|----------------------------|---------|------------------|
| 20 mik.                    | 22 mik. | 0,27             |

Her ne kadar analitik çalışmaya henüz geçilmiş olmamasına rağmen, gerek projeksiyon merkezi gerekse analog kıymetlendirme aletlerinin hassasiyetlerine bağlı ölçümlerde yapılan araştırmalara göre, analitik çalışmalara geçildiğinde elde edilen bu hassasiyetin % 30 nispetinde arttırılabileceği ortaya konmuştur. Blok çalışmaları ise henüz neticelenmiş değildir. Son zamanlarda yoğunlaştırılan çalışmaların hassasiyet ve ekonomi yönünden karşılaştırılmaları bu çalışmalar tamamlandıktan sonra ortaya konabilir. Bu ana kadar yapılan çalışmalara göre, yukardaki hassasiyet çerçevesinde kalmak şartı ile blok havai nirengi uygulamalarının ekonomik yönden % 20 nispetinde bir kazanç sağlayacağı tahmin edilmektedir.

Müstakil Modellerle Havai Nirengi çalışmaları yanında, Harita Genel Müdürlüğü fotogrametri şubesinde bir zaman için "Fin Metodu" adı ile tanımlanan Tek Model ile Havai Nirengi araştırmaları yapılmıştır. Bu metodun esası, ABSOR Programının izahında belirtilen hususların hemen hemen aynıdır. Her modelin tek tek relatif ayarları yapıldıktan sonra, bu model içine düşen pas noktaları ile koordineleri hesaplanmak istenen diğer noktaların alet değerleri ölçülür. Ölçülen bu değerler, bu metod için hazırlanmış bir özel program ile elektronik sisteme verilerek modellerin absolut ayarlarının analitik olarak yapılması sağlanır ve hesap edilen parametreler ile diğer noktaların geodezik değerleri hesaplanır. Absolut ayarın yapılabilmesi için ise her modele düşen en az 4 geodezik noktaya ihtiyaç var demektir. Bu durumda havai nirenginin karakteri olarak her modele 4 nokta düşmeyeceği, veya başka bir deyimle, her modele 4 geodezik noktanın düşebileceği sıklıkta bir arazi çalışması yapıldıktan sonra havai nirengi işlemine lüzum kalmayacağı için, bu metodda fotoğraf ölçeği küçük tutulmuştur. Havai nirengi işlemleri daha küçük ölçekli fotoğraflar üzerinde yürütülmüş böylelikle geodezik noktaların sık atılmasından kaçınıl-

ması yoluna gidilmiştir. Bunun bir sonucu olarak da, kıymetlendirme işlemleri için ayrı ve daha büyük ölçekli yeni fotoğraf alımı gerekmektedir. Örneğin; 1/5000 kıymetlendirme için havai nirengi maksadı ile 1/30000 ölçekli ve kıymetlendirme maksadı ile 1/16000 ölçekli fotoğraf alımı gibi.

Bu metodun incelenmesinde şu sakıncalar ortaya çıkmıştır :

1. Havai nirengi hassasiyeti kıymetlendirme için gerekli hassasiyete erişememektedir.

Örnek : 1/5000 kıymetlendirme için istenilen hassasiyet  $\pm 40$  cm. olmasına rağmen 1/30000 ölçekli fotoğraflarda yürütülen havai nirengi işlemlerinde analog merod ile ancak  $\pm 90$  cm. ye ulaşılabilir. ( $f = 153$  mm.)

2. Normal olarak 2 misline yakın uçuş masrafları ve foto laboratuvar çalışmalarını gerektirmektedir. (iki ayrı uçuş nedeniyle)

3. 1/30000 ölçekli fotoğraflar üzerinde seçilen havai nirengi noktalarının tekrar tanınması 1/16000 ölçekli fotoğraflarda zor olmaktadır.

Bunun aksi olarak metodun, geodezik çalışmaları % 30 nispetinde azaltacak ve havai nirengi ölçme işlemlerini, ölçek küçüklüğü nedeni ile, 2-3 misli hızlandıracak ekonomik bir yönü vardır.

Yapılan etüdler sonucunda bu metodun yukarda sayılan sakıncalarının, bilhassa hassasiyet yönünün, ekonomik yönüne nazaran oldukça büyük bir bir önem arzemesinden dolayı kullanılması uygun mütalaa edilmemiştir.

#### 4. ÖZET :

Harita Genel Müdürlüğü son 7 yıldır yoğun olarak havai nirengi araştırma ve çalışmalarına hız vermiştir. Pek yakın bir gelecekte gerek metod olarak analitik metodun, gerekse de uygulama olarak blok dengelemenin prodüksiyon sahasına konabilecek şekilde geliştirilmesiyle, hassasiyetin yanında kapasite olarak da gücünü arttırabilecek ve harita yapımına, arazi çalışmalarının hafifletilmesiyle ekonomik yönden önemli bir katkıda bulunacaktır.